

А. Г. Булах¹, В. В. Гавриленко², Е. Г. Панова¹

ГРАНИТ РАПАКИВИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ: АРХИТЕКТУРА И МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

² Санкт-Петербургский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
Российская Федерация, 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48

Граниты рапакиви широко использованы в архитектурном убранстве Санкт-Петербурга. Рассмотрены история и примеры их применения с XVIII в. до настоящего времени. Представлена геологическая карта Выборгского массива, составленная по материалам финских и российских геологов, где указаны места добычи разновидностей гранитов, которые были использованы для строительства в Петербурге. Приведены новые минералого-петрографические наблюдения по особенностям состава и структуры гранитов рапакиви. Статья адресована геологам, архитекторам, строителям и реставраторам. Библиогр. 21 назв. Ил. 7. Табл. 1.

Ключевые слова: гранит рапакиви, Выборгский массив, выборгит, питерлит, архитектура Санкт-Петербурга, камень мирового культурного наследия, реставрация.

A. G. Bulakh¹, V. V. Gavrilenko², E. G. Panova¹

RAPAKIVI GRANITE IN ST PETERSBURG: ARCHITECTURE AND MINERALOGICAL-PETROGRAPHICAL OBSERVATIONS

¹ Saint Petersburg State University,
7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

² Herzen State Pedagogical University,
48, nab. r. Moika, St. Petersburg, 191186, Russian Federation

Rapakivi granites are a widely used in architectural ensembles of St. Petersburg. The history and examples of their application from 1760s are here reviewed. The geological map of the Vyborg massif is given made on the basis of materials from Finnish and Russian geologists. Places of mining granites which have been used in St. Petersburg are shown on the map (Vyborgit, Piterlit, Baltic Brown, Eagle Red, Karelia/Karmen Red, Vozrozhdenie-8, Ala-Noskua). New mineralogical and petrographic examinations of granites structure are provided. The article is intended for geologists, architects, builders and restorers. Refs. 21. Figs. 7. Tables 1.

Keywords: rapakivi granite, the Vyborg massif, vyborgit, piterlit, architecture of St. Petersburg, a stone of world cultural heritage, restoration.

Введение

Традицию широкого использования в Петербурге рапакиви из Выборгского массива легко проиллюстрировать каменными набережными Невы, знаменитой Александровской колонной на Дворцовой площади, парадом 114 колонн Исаакиевского собора, облицовкой подиума зданий Петербургской Академии наук, Адмиралтейства, Сената и Синода. Этой теме посвящена обширнейшая литература, начиная с книги директора Императорского Санкт-Петербургского минералогического общества профессора Я. Г. Зембницкого «Об употреблении гранита в Санкт-Петербурге» (1834); укажем также на недавние монографии [1, 2]. Авторы [3] называли рапакиви архитектурным символом Санкт-Петербурга. История такого его

использования рассмотрена в 1987–2010 гг. в серии книг на русском и английском языках [4–7], в публикациях [8, 9], в обзоре месторождений камня для Петербурга [10, 11] и в путеводителях, размещенных на сайте Геологической службы Финляндии [12].

Формационная принадлежность и происхождение гранитов рапакиви Выборгского и Салминского массивов обсуждены в 1950–2010-х гг. Д. А. Великославинским и соавторами, Н. Г. Судовиковым, Л. П. Свириденко, Н. Ф. Шинкарёвым, В. В. Иваниковым, Р. З. Левковским, Ю. Б. Богдановым, А. М. Беляевым, А. Д. Шебаковым, М. А. Ивановым, О. Л. Галанкиной, В. В. Гавриленко и многими другими исследователями. Строение и генезис вкрапленников полевого шпата и овоидов изучали Н. Д. Рундквист, А. Э. Гликин, А. М. Беляев, Н. Г. Еромош, Д. А. Петров, А. Л. Кукуй. Широкая характеристика гранитов рапакиви приведена в обзоре [13], монографии [14] и в обобщающей статье [15].

Теперь, с точки зрения петрохимии, рапакиви трактуют как разновидность монцогранитов [16]. В ином — прикладном аспекте рассматривает значение гранитов, как и других горных пород, рабочая группа «Ресурсы камня мирового культурного наследия (HSTG)» Международного союза геологических наук (IUGS) [17]. В настоящей публикации авторы делают попытку совместить оба подхода.

В основу статьи положен доклад авторов на заседании рабочей группы HSTG в Вене на Общей встрече Европейского союза геологических наук EGU-2015 [11]. Здесь развивается тема, ранее начатая финскими геологами [18]. Исследования выполнялись в соответствии с финско-русским проектом SE424 South-East Finland-Russia ENPI CBC Program 2007–2013 «Эффективное использование природного камня в Ленинградской области и юго-восточной Финляндии» (руководители — Х. Луодес и Е. Г. Панова).

История и геология

С 1760-х гг. рапакиви из Выборгского массива занимает ведущее место среди декоративных камней в архитектуре Санкт-Петербурга [11]. Его добывали в нескольких каменоломнях в окрестностях Выборга (Viipuri) и Фридрихсгама (Hamina) и в холмах и скалах вдоль побережья Финского залива (отсюда происходило в старину его простое название — финский розовый морской гранит). Наиболее известны гранитные ломки в Питерлаксе (Pyterlahti) и Гиммекюле (Hämeenkylä). После присоединения Финляндии к России в 1809 г. и вплоть до 1917 г. каменоломни находились в Выборгской губернии (Wiborg Government) Великого княжества Финляндского (the Great Principality of Finland) Российской империи, а затем до 1940-х гг. — в пределах Республики Финляндия. Петербургская губерния в царской России начиналась от реки Сестра, после 1940 г. Ленинградская область расширилась на запад до новой государственной границы СССР. Поэтому и в настоящее время правомерен исторический термин «финский гранит рапакиви».

Выборгский массив является гигантской многофазной интрузией и на дневной поверхности обнажается на площади около 18 000 км². Имеются разные генетические интерпретации процессов формирования массива. Его геологические карты составлялись не раз, причем на разной фактической основе и отдельно для территорий двух стран. В настоящей статье авторы механически совместили

на рис. 1 новейшую карту финской части массива [18] с его российской частью на листе Р-35-XXIX, XXX (Выборг, Каменногорск) государственной геологической карты М 1:200000, составленной М. Н. Афанасовым в 1999 г. К югу от широты Выборга условно (на основе общих сведений из работ Д. А. Великославинского и А. М. Беляева) на рисунке указаны нерасчлененные рапакиви (выборгиты?).

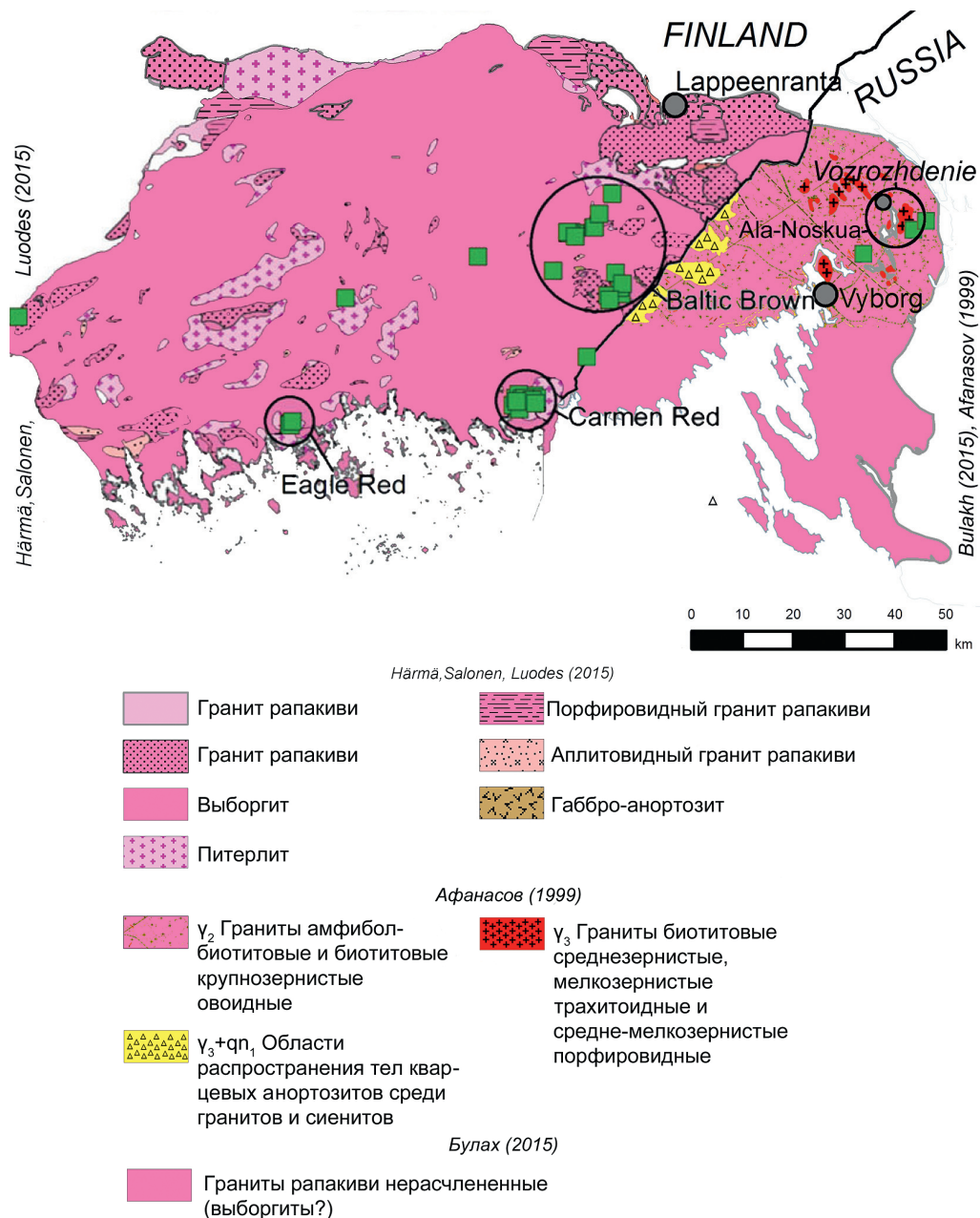


Рис. 1. Сводная схема данных о геологическом строении Выборгского массива и места добычи облицовочного камня

Как видно, граница между двумя странами «разрывает» геологические контуры внутри Выборгского массива и, образно говоря, сталкивает вплотную геологические идеи финских и русских исследователей о типах горных пород и числе фаз. Авторы настоящей статьи используют свою схему лишь для того, чтобы показать положение мест разработки гранитов сразу на всей площади Выборгского массива. Безусловно, прием составления этой схемы формалистичен, но каждый читатель сможет легко увидеть сведенные вместе разные трактовки строения одного и того же батолита и сам даст им оценку — это тоже цель составления схемы. Очевидно, что давно назрело проведение совместных российско-финских работ по составлению современной геологической карты строения Выборгского массива, тем более, что на территории Финляндии в его пределах уже были обнаружены и теперь успешно эксплуатируются месторождения ювелирного берилла и уникального по иризации лабрадорита — «спектролита», а на российской территории они пока неизвестны.

Кто же и когда, наконец-то, выполнит геологическое картирование всего Выборгского массива и создаст его генетическую интерпретацию на основе единой методики сбора и интерпретации фактов?

Гранит рапакиви в Петербурге до 1960-х гг.

До 1960-х гг. среди гранитов в архитектуре Петербурга царствует рапакиви розового (красного) цвета. Он представлен двумя петрографическими разновидностями — выборгитами (пример — колонны в Казанском соборе) и питерлитами (пример — Александровская колонна и её постамент, портики и колоннады Исаакиевского собора, тротуар Аничкого моста) (рис. 2).



Рис. 2. Выборгит в колонне внутри Казанского собора (а) и питерлит в тротуаре Аничкова моста (б)

Примеры раннего использования рапакиви — облицовка кирпичного остова Эрмитажного моста (1763–1766) и создание гранитной Дворцовой набережной (1763–1767). В поставках, естественно, резко доминировал розовый рапакиви, он главный в строении Выборгского массива. В. М. Севергин и Г. Я. Зембницкий писали о «выламывании» гранита для набережных и мостов на Роголевых и Быковых островах под общим руководством Фельтена [8].

В особых случаях в 1760–1820-х гг. в Петербург поступал серый и розовато-серый рапакиви. Среди примеров [6, 7, 19] можно назвать облицовку цоколя парадного фасада Академии художеств (1764–1768), в то время как цоколи боковых и задней стен облицованы розовым рапакиви; классический портал особняка канцлера Российской империи А. А. Безбородко на Почтамтской улице, 7, с четырьмя монолитными колоннами из серого рапакиви (1783–1795); базы Ростральных колонн, два верхних ряда гранитных блоков в облицовке подиума Биржи (рис. 3, а)

а



б



Рис. 3. Серые выборгиты:

а — в облицовке цоколя здания Биржи (верхние два ряда блоков); б — в карьере фирмы Palin Granit Oy.

и маскароны в стенах спуска к Неве на Стрелке Васильевского острова (1804–1810); облицовку цоколя здания Главного штаба (1819–1829) справа от арки, в то время как цоколь здания влево от арки облицован розовым рапакиви; плиты серого рапакиви в гранитном тротуаре Университетской набережной (напротив домов 1–5) (1804–1810).

Серый рапакиви внешне характеризуется выборгитовой, как в учебнике [16, рис. 75], структурой, но планомерного исследования камня не выполнялось. И опять — нет указаний на каменоломни. Как нет указаний на такие граниты ни в одной монографии или статье о Выборгском массиве. Что это — фация или фаза, или розовые и серые граниты есть продукт разного выветривания (окисления) одной и той же горной породы, но тогда, какая из них первична? Или дело в фугитивности кислорода в среде кристаллизации, маркируемой присутствием-отсутствием гематита? В последнее время серые граниты рапакиви (рис. 3, б) обнаружены к югу от Лаппеенранты [6, 7]. Их еще предстоит исследовать.

Можно назвать множество примеров применения рапакиви в Петербурге до 1960-х гг. Стоит обратить внимание на Камень-Гром под Медным Всадником (1789). Он составлен из трех частей и всегда трактуется как громадный ледниковый валун розового гранита рапакиви. Он, действительно, розовый и крупнозернистый. По своей текстуре (рис. 4) это не обычный для старой петербургской архитектуры питерлит. Местами проступает взаимопараллельная ориентировка кристаллов полевого шпата, т. е. гранит характеризуется директивной текстурой, что тоже нетипично для питерлита. Возможно, это особая фациальная разновидность или фаза рапакиви, или вообще даже иной гранит, хотя это последнее предположение кажется невероятным для геологов в настоящее время. В теле Камня-Грома проходят пегматитовые жилы. В соскобленной небольшой (230 мг) валовой пробе тонкой жилки с западной поверхности камня среди линий кварца и полевого шпата на дифрактограмме выявлены две линии, возможно, топаза [5, 20]. Гранит Камня-Грома заслуживает серьезного изучения.



Рис. 4. Текстура гранита в Камне-Гром под Медным Всадником

Гранит рапакиви в Петербурге после 1960-х гг.

После 1960-х гг. в Ленинграде—Петербурге стал массово употребляться серый и розовато-серый порфировидный гранит формации рапакиви из карьеров в Ленинградской области около города Возрождение. Он слагает так называемую Губановскую (по имени озера) интрузию. Она внедрилась в крупнозернистые овоидные рапакиви, обычные для Выборгского массива. Добыча блоков ведется на участке № 8. Примеры использования монолитов этого гранита — обелиск на площади Восстания перед Московским вокзалом (1982), памятник «2000 лет от Рождества

a



б



в



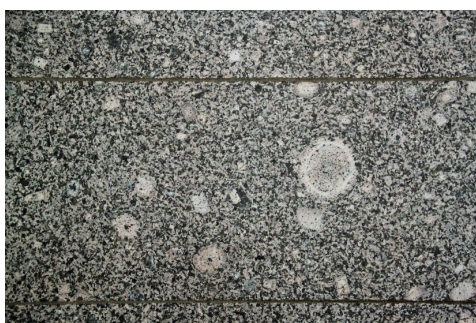
г



д



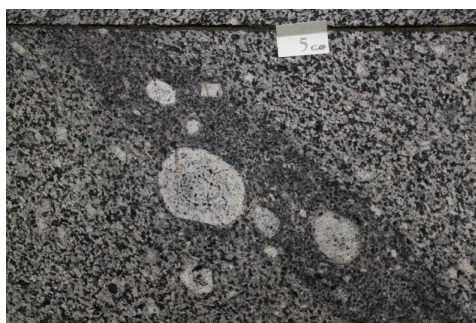
е



ж



з



Христова» (2001) в Александро-Невской лавре, памятная стела на месте бывшего Введенского собора на Загородном пр. (2001), стела у Андреевского собора на 6–7 линиях В. О. (2001) [2]. В плитах камень можно увидеть всюду — в новых тротуарах, цоколях зданий, ступенях и полах. Его традиционно называют рапакиви, но он резко отличен от знаменитого камня старого Петербурга серым цветом, трахитоидной текстурой основной массы горной породы, в которой рассеяны разрозненные крупные зональные овоиды полевого шпата.

С 1999 г. в карьере Ала-Носкуа в 6 км к югу от Возрождения стали добывать еще один сорт гранита формации рапакиви. Он имеет меньшие по размеру и количеству вкрапленники полевого шпата и более выраженную трахитоидную текстуру, у него более насыщенный розовый цвет, чем у гранита участка № 8. Пример использования — памятник Александру Невскому на площади перед лаврой.

В тротуарах улиц, в полах и в облицовке стен домов, в метро можно наблюдать неоднородности строения гранитов Губановской интрузии и явно разновозрастные породы. Встречаются округлые останцы (наша трактовка) крупнозернистого овоидального гранита, видимо, выборгита (рис. 5, а). Имеются контакты обычного гранита Губановской интрузии с трахитоидным гранитом, но с иной морфологией вкраплений полевого шпата и с более темным общим цветом горной породы — это может быть особая фация гранита или фаза (рис. 5, б). Встречаются линзовидные и округлые в сечении (трубообразные?) инъекции мелко-среднезернистого порфиоровидного трахитоидного «мезократового гранитоидного материала» (рис. 5, в, г) — вероятно, это свидетельства еще каких-то событий в становлении Губановской интрузии. Отмечено рассечение гранита Губановской интрузии розовым мелкозернистым гранитом с редкими порфиоровидными вкраплениями полевого шпата (рис. 5, д), возможно, это аплитовидные розовые граниты, отмеченные в их естественном залегании М. А. Ивановым [21].

Явственно проступает наличие в граните Губановской интрузии не менее двух категорий вкрапленников калиевого полевого шпата. Это более крупные овоиды и геометрически четко очерченные меньшие по размеру кристаллы (рис. 5, е), они различаются и внутренним строением. Есть удивительные одиночно расположенные овоиды полевого шпата с признаками метасом — с незамкнутыми внешними зонами роста (рис. 5, ж) или наполовину врастающие в соседнюю горную породу (рис. 5, з), что указывает на их кристаллизацию в твердой среде.

В плитах тротуаров и в полах метро четко выделяются пегматитовые жилы с разнообразным минеральным составом и строением. Среди них есть такие, которые не наблюдались М. А. Ивановым в карьерах и обнажениях [21].

Рис. 5. Детали строения гранитов из карьера Возрождение-8:

а — ксенолит выборгита (тротуар Б. Конюшенной улицы, 21–27); б — контакт двух гранитов: справа типичный гранит Губановской интрузии, слева — иной гранит (восточный перрон ст. метро «Чернышевская»); в — ксенолит в гранитах (стена дома на Шпалерной ул. 49); г — рассечение гранита Губановской интрузии «гранитоидным материалом» (переход между ст. метро «Гостиный двор» и «Невский проспект»); д — более поздний порфиоровидный гранит в граните Губановской интрузии (подземный зал ст. метро «Маяковская», у эскалатора на «Площадь Восстания»); е — овоиды и меньшие по размеру вкрапленники калиевого полевого шпата в граните Губановской интрузии (полы ст. метро «Чернышевская»); ж — овоид калиевого полевого шпата с незамкнутой внешней зоной роста (переход между ст. метро «Гостиный двор» и «Невский проспект»); з — овоид, вросший в соседнюю горную породу (там же).

Приведенные наблюдения сделаны в искусственных «хорошо препарированных обнажениях» громадной протяженности и площади. Они удобны для изучения и документации. Ими нельзя пренебрегать. Но, конечно, они играют вспомогательную роль. Важно искать и повторить наблюдения в естественных обнажениях и стенах горных выработок, чтобы дать им верную геологическую трактовку.

Современные сорта гранита рапакиви из Финляндии

С 1990-х гг. в Петербург вновь стал поступать гранит рапакиви из Финляндии. Он несколько отличается оттенками цвета и особенностями текстуры от выборгита и питерлита в старинных петербургских архитектурных объектах. На территории Выборского массива, от Лаппеенранты до Хамины и Котки, добываются граниты сортов «Балтик браун» (выборгит), «Игл ред» и «Кармен ред» (питерлит), причем последний из названных сортов может иметь торговое название «Карелия ред» (это зависит от фирмы и конкретного карьера). Кроме них поступает гранит рапакиви сорта «Балморал ред» из небольшой интрузии Вехмаа у Ботнического залива.

Обращает на себя внимание текстура гранитов «Балтик браун» в тротуаре у ст. метро «Площадь Восстания» (рис. 6). Местами явно проступает направленное кучное, как в потоке, расположение овоидов, словно бы выстраивающихся друг за другом в полевошпато-кварцевом мезостазице. Каймы плагиоклаза исключительно редки. Этот гранит добывается

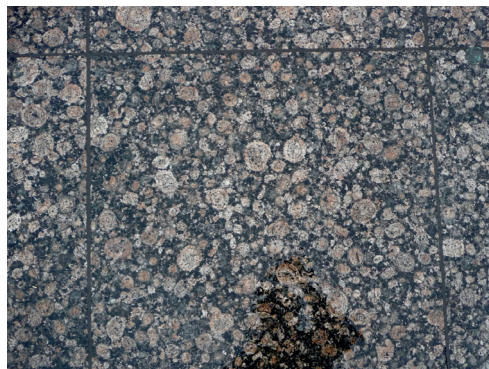


Рис. 6. Гранит «Балтик Браун» в тротуаре у наземного павильона ст. метро «Площадь Восстания»

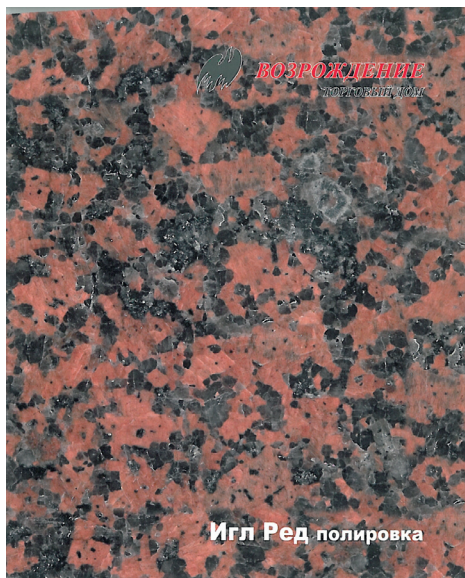
на территории, обозначенной на карте (см. рис. 1) как область распространения выборгитов. Аналогично, питерлиты из мест современной добычи («Кармен ред» и «Карелия ред») тоже имеют свои особенности в сравнении с питерлитами в архитектурных объектах старого Петербурга (рис. 7). Гранит сорта «Игл ред» (и «Балморал ред» из интрузии Вехмаа) характеризуется выдержанным среднезернистым строением. Примеров использования новых финских сортов камня много (см. таблицу), они дают хорошую

возможность для натурных наблюдений над реальными вариациями минерального состава и структуры гранитов Выборгского массива.

Заключение

Перед исследователями встают задачи разной сложности, смысла, возможностей и сроков их решения. Во-первых, это разработка единой генетической схемы формирования Выборгского массива рапакиви, установление числа фаз его формирования и составление единой карты его строения. Во-вторых — выяснение возрастной или фациальной позиции в нем серых гранитов рапакиви,

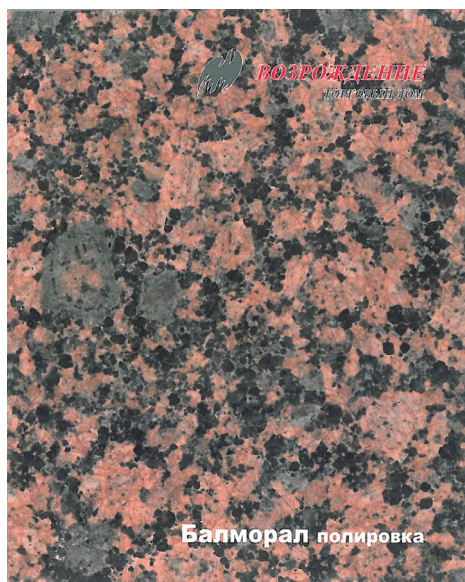
а



б



в



г



Рис. 7. Структура гранитов рапакиви из современных карьеров в Финляндии в образцах фирмы «Возрождение. Торговый дом» для новых архитектурных объектов Санкт-Петербурга

**Декоративные сорта гранитов формации рапакиви и примеры их использования
в Санкт-Петербурге**

Сорт камня	Объект. Адрес	Год
«Старый» выборгит	Колонны в Казанском соборе	1805
«Старый» серый рапакиви	Пьедесталы Ростральных колонн	1805
«Старый» питерлит	Александровская колонна	1833
	Тротуары Аничкова моста	1841
Серый гранит из карьера «Возрождение»	БКЗ «Октябрьский». Лиговский пр., 6	1967
	Памятник 40-летию Победы. Пл. Восстания	1985
Розовый гранит из месторождения Ала-Носкуа	Пьедестал памятника Александру Невскому	2002
Балтик браун	Тротуар вокруг павильона ст. метро «Площадь Восстания»	2008
Игл ред	Дворцовая наб., тротуарное покрытие от Зимней канавки до Суворовской пл.	2008
Карелия ред	Макдоналдс. Средний пр. В.О., 29а	1996
Балморал ред	Тротуар Невского пр. от Мойки до Фонтанки	2009

использованных в старом Петербурге, и поиск возможностей его добычи для реставрационных работ. Далее — уточнение причин то розовой, то серой окраски рапакиви Выборгского массива. Наконец — дальнейшее исследование огранки, внутреннего строения и процесса роста вкрапленников микроклина (раздельно для каждого возрастного подразделения гранитов).

Важно также взаимное согласование старых и новых названий торговых сортов камня, добываемого в Финляндии, Ленинградской области, Карелии, на Украине. Сейчас простое использование термина «гранит рапакиви» недостаточно для заказчика и покупателя — скульптора, архитектора, инженера при выборе камня требуемой цветовой и структурной характеристики.

* * *

Авторы благодарны Ю. Б. Богданову, А. М. Беляеву, А. Д. Шебанову за обсуждения темы статьи и помощь в поиске старых картографических материалов, С. В. Качаловой, А. В. Петрову и К. Е. Дроновой за помощь в подготовке материалов, В. В. Иваникову — за советы при написании статьи.

Литература

1. Зискинд М. С. Декоративно-облицовочные камни. Л.: Недра, 1989. 255 с.
2. Тутакова А. Я. Природный камень Карельского перешейка в архитектуре Санкт-Петербурга. СПб.: Русская коллекция, 2014. 88 с.
3. Булах А. Г., Гавриленко В. В., Рундквист Н. Д. Гранит рапакиви в монументах и набережных как исторический символ Петербурга // Минерал. 1998. № 1. С. 81–86.
4. Булах А. Г. Декоративный камень в архитектуре Санкт-Петербурга: история, эталоны, карта мест добычи // Каменное убранство Северной столицы. СПб: ООО Копи-Р группа, 2013. Ч. I, С. 43–62.
5. Булах А. Г., Абрамова Н. В. Гранит, пегматит и топаз в Камне-Гром под Медным Всадником // Минералогия, геммология, искусство. 2003. С. 88.
6. Булах А. Г., Панова Е. Г., Селонен О. Старый и новый гранит рапакиви и другие граниты в архитектурном оформлении стрелки Васильевского острова в Санкт-Петербурге // Строительный камень: от геологии до архитектуры. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 92–96.

7. Булах А. Г., Селонен О. Загадка выбора камня архитекторами Д. Кваренги, Ж. Ф. Томоном и К. Росси и где искать его для реставрационных замен? // Каменное убранство Северной столицы. СПб.: ООО Копи-Р группа, 2013. Ч. I. С. 63–67.

8. Гавриленко В. В. Природный камень в архитектуре и искусстве Санкт-Петербурга. СПб.: Изд-во РГПУ, 2007. 78 с.

9. Гавриленко В. В. Геологический фактор как градообразующий элемент в истории цивилизации // Строительный камень: от геологии до архитектуры. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 6–17.

10. Bulakh A. G. Building and Ornamental Stone in the History of St. Petersburg Architecture // Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stones / eds D. Pereira, B. R. Marker, S. Kramar, B. J. Cooper, B. E. Schouenborg. Geological Society, London, Special Publications. 2014. Vol. 407. P. 243–252.

11. Bulakh A., Gavrilenko V., Panova E. Rapakivi Granite: An architectural emblem of St. Petersburg and its utilization in other world cities // Geophysical Research. Vol. 17, EGU2015-2549-1, 2015. EGU General Assembly.

12. Bulakh A. G., Abakoumova N. B., Romanovsky J. V. Stone Town Guides. St. Petersburg. N 1–5. Kuopio: GTK, 2014. 100 p.

13. Rämö O. T., Haapala I. Rapakivi granites // Precambrian geology of Finland — key to the evolution of the Fennoscandinavian shield / eds V. Lehtinen, P. Nurmi, O. Rämö. Amsterdam: Elsevier, 2005. P. 533–562.

14. Ларин А. М. Граниты рапакиви и ассоциирующие породы. СПб.: Наука, 2011. 356 с.

15. Sharkov E. V. Middle-Proterozoic anorthosite-rapakivi granite complexes: An example of within plate magmatism in abnormally thick crust: Evidence from the East European Craton // Precambrian Research. 2010. Vol. 183. P. 789–700.

16. Марин Ю. Б. Петрография. СПб.: Нац. минерал.-сыр. ун-т «Горный», 2015. 408 с.

17. Cooper B. J. The “Global Heritage Stone Resources” designation: past, present and future // Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stone / eds D. Pereira, B. R. Marker, S. Kramar, B. J. Cooper, B. E. Schouenborg. Geological Society, London, Special Publications, 407, 2014. P. 11–20.

18. Härmä P., Selonen O., Luodes H. The Wiborg Granite Batholith — The Main Production Area for Granite in Finland // Engineering Geology for Society and Territory / eds G. Lollino et al. 2015. Vol. 5. P. 259–262.

19. Филиппенко Е. С., Булах А. Г. От камней старинными веет вестями (гранит в стилобате здания Биржи) // Опыт сохранения культурного наследия: проблемы реставрации камня. СПб.: Изд-во Астерион, 2014. С. 285–289.

20. Рундквист Н. Д. Онтогенез минералов гранитов рапакиви (на примере Выборгского плутона): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Л.: Ленингр. гос. ун-т, 1990. 24 с.

21. Иванов М. А. Опыт геолого-минералогического изучения разновозрастной трещиноватости в гранитах и перматитах месторождения «Возрождение» («Ковантсаари»), Выборгский массив // Строительный камень: от геологии до архитектуры. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 62–70.

Для цитирования: Булах А. Г., Гавриленко В. В., Панова Е. Г. Гранит рапакиви в Санкт-Петербурге: архитектура и минералого-петрографические наблюдения // Вестник СПбГУ. Серия 7. Геология. География. 2016. Вып. 3. С. 40–53. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2016.303

References

1. Ziskind M. S. *Dekorativno-oblitsovochnye kamni* [Decorative and facing stones]. Leningrad, Nedra Publ., 1989. 255 p. (in Russian)

2. Tutakova A. Ja. *Prirodnyi kamen' Karelskogo peresheika v arkhitekture Sankt-Peterburga* [A natural stone of the Karelian Isthmus in architecture of St. Petersburg]. St. Petersburg, Russian collection Publ., 2014. 88 p. (in Russian)

3. Bulakh A. G., Gavrilenko V. V., Rundkvist N. D. Granit rapakivi v monumentakh i naberezhnykh kak istoricheskii simvol Peterburga [Granit rapakivi in monuments and embankments as a historical symbol of St. Petersburg]. *Mineral*, 1998, no. 1, pp. 81–86. (In Russian)

4. Bulakh A. G. *Dekorativnyi kamen' v arkhitekture Sankt-Peterburga: istoriia, etalony, karta mest dobychi* [A decorative stone in architecture of St. Petersburg: history, standards, map of production places].

Kamennoe ubranstvo Severnoi stolitsy [Stone furniture of the Northern capital]. St. Petersburg, OOO Kopi-R group, 2013, part I, pp. 43–62. (in Russian)

5. Bulakh A. G., Abramova N. V. Granit, pegmatit i topaz v Kamne-Grom pod Mednym Vsadnikom [Granite, a pegmatite and topaz in Kamen'-Grom under Bronze Horseman]. *Mineralogiia, gemmologiia, iskusstvo* [Mineralogy, gemmology, art], 2003, pp. 88. (in Russian)

6. Bulakh A. G., Panova E. G., Selonen O. Staryi i novyi granit rapakivi i drugie granity v arkhitekturnom oformlenii strelki Vasilevskogo ostrova v Sankt-Peterburge [Old and new granite rapakivi and other granites in architectural registration of spit of Vasilevsky Island in St. Petersburg]. *Stroitel'nyi kamen': ot geologii do arkhitektury* [The Construction stone: from geology to architecture]. Petrozavodsk, Karelian Russian Academy of Sciences scientific center Publ., 2015, pp. 92–96. (In Russian)

7. Bulakh A. G., Selonen O. Zagadka vybora kamnia arkhitektoram D. Kvarengi, Zh. F. Tomonom i K. Rossi i gde iskat' ego dlia restavratsionnykh zamen? [Zagadka of the choice of a stone by architects D. Kvarengi, F. Tomon and K. Rossi and where to look for it for restoration replacements?]. *Kamennoe ubranstvo Severnoi stolitsy* [Stone furniture of the Northern capital]. St. Petersburg, OOO Kopi-R group, 2013, part I, pp. 63–67. (in Russian)

8. Gavrilenko V. V. *Prirodnyi kamen' v arkhitekture i iskusstve Sankt-Peterburga* [A natural stone in architecture and art of St. Petersburg]. St. Petersburg, RSPU Publ., 2007. 78 p. (In Russian)

9. Gavrilenko V. V. Geologicheskii faktor kak gradoobrazuiushchii element v istorii tsivilizatsii [A geological factor as a city-forming element in the history of a civilization]. *Stroitel'nyi kamen': ot geologii do arkhitektury* [The Construction stone: from geology to architecture]. Petrozavodsk, Karelian Russian Academy of Sciences scientific center Publ., 2015, pp. 6–17. (In Russian)

10. Bulakh A. G. Building and Ornamental Stone in the History of St. Petersburg Architecture. *Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stones*. Eds D. Pereira, B. R. Marker, S. Kramar, B. J. Cooper, B. E. Schouenborg. Geological Society, London, Special Publications. 2014, vol. 407, pp. 243–252.

11. Bulakh A., Gavrilenko V., Panova E. Rapakivi Granite: An architectural emblem of St. Petersburg and its utilization in other world cities. *Geophysical Research*, vol. 17, EGU2015-2549-1, 2015. EGU General Assembly.

12. Bulakh A. G., Abakoumova N. B., Romanovsky J. V. *Stone Town Guides. St. Petersburg*, no. 1–5. Kuopio, GTK, 2014. 100 p.

13. Rämö O. T., Haapala I. Rapakivi granites. *Precambrian geology of Finland — key to the evolution of the Fennoscandinavian shield*. Eds V. Lehtinen, P. Nurmi, O. Rämö. Amsterdam, Elsevier Publ., 2005, pp. 533–562.

14. Larin A. M. Granity rapakivi i assotsiiruiushchie porody [Granite rapakivi and the associating rocks]. St. Petersburg, Nauka Publ., 2011. 356 p. (In Russian)

15. Sharkov E. V. Middle-Proterozoic anorthosite-rapakivi granite complexes: An example of within plate magmatism in abnormally thick crust: Evidence from the East European Craton. *Precambrian Research*, 2010, vol. 183, pp. 789–700.

16. Marin Iu. B. Petrografia [Petrography]. St. Petersburg, Gorniy Publ., 2015. 408 p. (In Russian)

17. Cooper B. J. The “Global Heritage Stone Resources” designation: past, present and future. *Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stone*. Eds D. Pereira, B. R. Marker, S. Kramar, B. J. Cooper, B. E. Schouenborg. Geological Society, London, Special Publication, 407, 2014, pp. 11–20.

18. Härmä P., Selonen O., Luodes H. The Wiborg Granite Batholith — The Main Production Area for Granite in Finland. *Engineering Geology for Society and Territory*. Eds G. Lollino et al. 2015, vol. 5, pp. 259–262.

19. Filippenko E. S., Bulakh A. G. Ot kamnei starinnymi veet vestiami (granit v stilobate zdaniia Birzhi) [From stones ancient messages blow]. *Opyt sokhraneniia kul'turnogo nasledii: problemy restavratsii kamnia* [Experience of preservation of cultural heritage. Problems of stone restoration]. St. Petersburg, Publishing house Asterion, 2014, pp. 285–289. (In Russian)

20. Rundkvist N. D. *Ontogenez mineralov granitov rapakivi (na primere Vyborgskogo plutona)*. Autoref. Dis. cand. nauk [Ontogenesis of minerals of granite rapakivi. Thesis of PhD] Leningrad, LSU Publ., 1990, 24 p. (In Russian)

21. Ivanov M. A. Opyt geologo-mineralogicheskogo izucheniia raznovozrastnoi treshchinovatosti v granitakh i pegmatitakh mestorozhdeniia «Vozrozhdenie» («Kovantsaari»), Vyborgskii massiv [Experience of geological and mineralogical studying of an uneven-age jointing in granites and pegmatites of the Renaissance field (Vyborg massif)]. *Stroitel'nyi kamen': ot geologii do arkhitektury* [The Construction stone: from geology to architecture]. Petrozavodsk, Karelian Russian Academy of Sciences scientific center Publ., 2015, pp. 62–70. (In Russian)

For citation: Bulakh A. G., Gavrilenko V. V., Panova E. G. Rapakivi granite in St. Petersburg: architecture and mineralogical-petrographical observations. *Vestnik SPbSU. Series 7. Geology. Geography*, 2016, issue 3, pp. 40–53. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2016.303

Статья поступила в редакцию 30 мая 2016 г.

Контактная информация:

Булах Андрей Глебович — доктор геолого-минералогических наук, профессор; andreygleb@mail.ru
Гавриленко Владимир Васильевич — доктор геолого-минералогических наук, профессор;
gavr47@mail.ru
Панова Елена Геннадьевна — доктор геолого-минералогических наук, профессор;
elena-geo.list.ru

Bulakh Andrey G. — Doctor of Geological and Mineralogical Science, Professor; andreygleb@mail.ru
Gavrilenko Vladimir V. — Doctor of Geological and Mineralogical Science, Professor; gavr47@mail.ru
Panova Elena G. — Doctor of Geological and Mineralogical Science, Professor; elena-geo.list.ru